Pêches et Océans | Fisheries and Oceans

RAPPORT DE PROJET

Direction des opérations
Région du Québec

Canada

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS
Région du Québec
Division du développement technologique,
industriel et des infrastructures

RAPPORT 13

DÉVELOPPEMENT EXPÉRIMENTAL D'UN SYSTÈME EN SUSPENSION D'ÉLEVAGE DE HOMARDS DE TAILLES COMMERCIALES

Ce rapport a été produit par une firme de consultants et financé en tout ou en partie par la Direction des services économiques et du développement, région du Québec. Les vues et conclusions exprimées dans ce document sont celles du contractant et ne représentent pas nécessairement celles du Ministère.

RESPONSABLE DU PROJET: Jean-Louis Lapierre TÉL.: (418) 986-2905

CONTRACTANT (adresse): LES CRUSTACÉS V'VANTS MADELINOTS (Pierre Fradette)
C.P. 182
Cap-aux-Meules, Îles de la Madeleine
(Québec)
G0B 1B0
Tél.: 986-3416

Ce rapport ne peut être cité sans l'approbation du directeur de la Direction.

1985

(c) Ministre des Approvisionnements et Services Canada - 1986
Numéro de catalogue FS 67-2/1-13 F
ISBN 0-662-93966-2

Publié par:

Ministère des Pêches et des Océans
Division du développement technologique,
industriel et des infrastructures
Gare maritime Champlain
901, Cap-Diamant
C.P. 15500
Québec (Québec)
G1K 7Y7

TABLE DES MATIERES

Page

LISTE DES TABLEAUX iv
LISTE DES FIGURES vi
INTRODUCTION 1

MATERIEL ET METHODE
1. Équipement 3
2. Sélection des homards 3
3. Mise en élevage 4
4. Conditions d'élevage et nourrissage 4
5. Prise de données biologiques 6

SITE D'ÉLEVAGE ET CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES 7
SYSTEME D'ÉLEVAGE EN SUSPENSION
1. Description du système 11
   1.1 Matériel 11
   1.2 Fonctionnement du système en suspension 12
   1.3 Système de nourrissage 17
2. Observations sur le système 22

RESULTATS

1. Perte de homards 27
   1.1 Causes de mortalité 31
   1.2 Comparaison de la mortalité: système en suspension et cage métallique 32
   1.3 Comparaison de la mortalité: mués et non-mués 35
   1.4 Pertes dues au mauvais fonctionnement du système et au vol 35

TABLE DES MATIERES (suite)

	Page
2. Blessures	38
2.1 Type et fréquence des blessures	38
2.2 Origine des blessures	39
2.3 Nécessité de l'immobilisation des pinces	43
3. Croissance des homards soumis aux conditions standards	44
3.1 Incidence et période de mue	44
3.2 Accroissement en longueur et en poids à la mue	47
3.3 Influence des blessures sur la croissance	47
DISCUSSION	51
RECOMMANDATIONS	57
BIBLIOGRAPHIE	60
ANNEXE 1: Autopsie partielle sur les cadavres dont l'état de décomposition n'était pas trop avancé	63

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Survie et mortalité de l'ensemble des homards mis en élevage. a) Les données avant ajustement ne tiennent pas compte des individus morts avant le 16 juillet. b) Un premier ajustement a été fait pour redistribuer les 29 morts non-mués avant le 16 juillet proportionnellement au nombre initial d'individus mis dans le système en suspension et la cage métallique. Dans un second ajustement, on a réparti les homards retirés ou perdus selon le taux de mue et le taux de mortalité de ceux demeurant en élevage 33

Tableau 2: Compilation des blessures au début et à la fin de l'élevage pour les homards mâles vivants, gardés dans les casiers de 0,067 m2 et ayant des élastiques aux pinces avant et après la mue. Les blessures acquises au cours de l'élevage ont été évaluées en comparant les blessures de la fin à celles du début de l'élevage. (P:perforation, M: mutilation) 41

Tableau 3: Incidence de mue des homards soumis aux conditions standard. a) Les données avant ajustement ne tiennent pas compte des individus morts avant le 16 juillet. b) Un premier ajustement a été fait pour redistribuer les 29 morts non-mués avant le 16 juillet proportionnellement au nombre initial d'individus mués dans le système en suspension et la cage métallique. Dans un second ajustement, on a réparti les homards retirés, perdus ou volés selon le taux de mue et le taux de mortalité de ceux demeurant en élevage 46

LISTE DES TABLEAUX (suite)

Page

Tableau 4: Croissance en longueur et en poids selon la période de mue et l'état des homards dans l'ensemble de l'élevage. (n: nombre d'individus; Lc: longueur initiale du céphalothorax; GI: gain en longueur (%); P: poids initial; GP1: gain de poids (%) excluant les individus ayant une pince manquante; GP2: gain de poids (%) incluant ceux qui ont une ou deux pinces manquantes 50

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1: Photographie aérienne montrant le site d'élevage dans la lagune de Havre-aux-Maisons 9

Figure 2: Photographie aérienne montrant l'emplacement du système d'élevage et la direction du courant de marée dans une ramification du chenal menant à la sortie de la lagune de Havre-aux-Maisons 10

Figure 3: Vue latérale et schéma du système d'élevage en suspension .. 14

Figure 4: Illustration du panier compartimenté 15

Figure 5: Disposition des colonnes immergées sur le câble de retenue . 16

Figure 6: Petit treuil servant à tirer le câble de retenue à l'étale de marée et à contre-courant 19

Figure 7: Palan manuel servant à remonter les colonnes de paniers 20

Figure 8: Basculement vers l'arrière du panier sus-jacent pour nourrir les homards 21

Figure 9: Décrochage d'une colonne ayant accumulé des sédiments 24

Figure 10: Comportement du homard lors du nourrissage et exuvie d'un individu venant à peine de muer 26

Figure 11: Évolution saisonnière des pertes totales cumulées (Pc_i) et de la mortalité cumulée (Mc_i) de l'ensemble des homards mis en élevage 28

LISTE DES FIGURES (suite)

Page

Figure 12: Évolution saisonnière du taux journalier de mortalité en pourcentage (M_i) pour l'ensemble des homards mis en élevage 30

Figure 13: Évolution saisonnière du taux journalier de mortalité en pourcentage des homards entrés a) dans le système en suspension et b) dans la cage métallique 34

Figure 14: Évolution saisonnière du taux journalier de mortalité en pourcentage (M_i) a) pour les homards mués et b) non-mués, dans l'ensemble de l'élevage 37

Figure 15: Évolution saisonnière du taux journalier de mue en pourcentage (Mu_i) pour les homards soumis aux conditions standard d'élevage 49

INTRODUCTION

La conservation et l'engraissement des homards de taille commerciale en est encore à ses premières armes. L'unique expérience d'élevage semi-intensif de homards à destination commerciale a été réalisée en 1982 dans une lagune des Iles-de-la-Madeleine (Gagnon et al., 1984). Une mortalité massive est alors survenue à la suite d'une épidémie de gaffkémie et la croissance des survivants fut largement inférieure à celle attendue. Une analyse de cet élevage a mis en évidence les facteurs responsables des pertes encourues. L'utilisation d'un panier inadéquat et le mauvais fonctionnement du système d'élevage, qui retardait l'alimentation et l'entretien, provoquèrent la perte de la majorité des 64 000 individus mis en captivité.

L'expérience montra la nécessité de mettre au point un panier empêchant les homards de se blesser et un système favorisant un examen régulier du banc en élevage.

La présente étude vise à concevoir, à réaliser et à essayer un système d'élevage expérimental susceptible de donner lieu à l'exercice d'un contrôle sur la propagation de la gaffkémie. Ce rapport cherche à décrire l'équipement et le fonctionnement d'un nouveau système. Il analyse également la survie et la croissance des 1078 homards qui ont servi à éprouver la méthode à l'essai. De plus, il compare la survie des individus de ce nouveau système à celle des 357 individus gardés dans une cage métallique du système décrit par Gagnon et al., (1984).

Afin d'augmenter les rendements de cet élevage semi-intensif, les causes de mortalité sont examinées ainsi que les lacunes de la méthode d'élevage pouvant affecter la croissance. Des améliorations technologiques sont aussi proposées à cette fin. Des recommandations sont également faites en vue d'augmenter la capacité et le fonctionnement du système, de même qu'une exploitation plus intense.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Équipement

Un nouveau système d'élevage, décrit en détail au chapitre suivant, a été conçu et réalisé. De l'ancien système, une cage métallique fut employée et mouillée directement sous la structure flottante. Cette cage et la disposition des paniers qui s'y trouvent sont expliquées dans Gagnon et al. (1984). Une embarcation à moteur servait à transporter le personnel et la nourriture jusqu'au bâtiment flottant et une camionnette acheminait la nourriture du lieu de congélation au quai d'embarquement. La nourriture congelée était transportée dans des glacières isothermiques.

2. Sélection des homards

Selon les recommandations faites par Gagnon et al., (1984), les homards furent sélectionnées selon les critères suivants: sexe: mâle, taille: entre 76 et 83 mm, pinces immobilisées par des élastiques et absence de blessure. Cependant, la rareté de ces crustacés à la fin de la pêche et le fort pourcentage d'individus blessés dans les enclos des producteurs ont contraint à l'achat d'un certain nombre de homards ayant de légères blessures apparemment cicatrisées. La sélection fut faite, autant que possible, parmi les lots de homards nouvellement capturés (entre 0 et 3 jours). Pour les fins d'une étude plus spécifique sur l'alimentation et la croissance des homards, 32 femelles de taille variant entre 76 et 83 mm et 96 mâles ayant entre 80 et 88 mm de long furent choisis. Pendant et immédiatement après la sélection, les homards

étaient gardés à l'intérieur des boîtes de bois des producteurs. Les homards triés furent empilés dans ces boîtes jusqu'à concurrence d'environ 50 kilos. C'est ainsi qu'ils étaient transportés en camionnette jusqu'au quai d'embarquement, puis acheminés par bateau jusqu'au bâtiment flottant. La durée totale du transport variait entre 5 et 30 minutes, selon le lieu de sélection.

3. Mise en élevage

L'entrée en élevage des homards a eu lieu à la fin de la saison de pêche commerciale aux Iles-de-la-Madeleine. Il a alors fallu acheter des producteurs 1 435 homards, lesquels ont été mis en élevage du 28 juin au 10 juillet.

4. Conditions d'élevage et nourrissage

Six cent trente-huit homards mâles ont été soumis aux conditions standard d'élevage suivantes. Ils ont été mis en captivité dans des casiers de 0,067 m_2 de surface. Leur nourriture fut constituée de boulettes humides fabriquées spécifiquement pour le homard par la compagnie Marine Lobster Farm, Victoria, Ile-du-Prince-Edouard. La ration par nourrissage fut fixée à 1,4% du poids corporel et la fréquence de nourrissage était de 2,5X par semaine. La composition des boulettes est décrite dans Gagnon et al., (1984). Le nourrissage a débuté le 18 juillet, soit en moyenne 2 semaines après l'entrée en élevage des homards (en raison d'un retard dans la livraison de la nourriture). Entre-temps, les crustacés ont été alimentés à une seule reprise avec un morceau de crabe tourteau de 22 g. A partir de 21 novembre, ils n'ont plus été nourris jusqu'à leur sortie de l'élevage qui a eu lieu entre le 28

novembre et le 9 décembre. Lors des dernières visites précédant la fin du nourrissage, il fut noté que la nourriture présentée n'était pas consommée. Parmi les 638 individus soumis à ces conditions, 288 ont été gardés dans le système de colonnes en suspension et 350 ont été introduits dans la cage métallique. Des expériences sur l'alimentation et la croissance ont été réalisées avec 768 homards gardés dans le système en suspension. Ces derniers ont subi des traitements différents de ceux sus-mentionnés. En effet, pour ceux-ci, il fut décidé de varier la surface des casiers (0,067 m^2, 0,135 m^2 et 0,276 m^2) et la fréquence de nourrissage (OX, 1X, 2,5X et 4X par semaine). Dans l'un des traitements les homards ayant mué en élevage sont demeurés sans élastique aux pinces. Les autres traitements consistaient à changer le type et la quantité de nourriture. Un nombre égal d'individus (32) a été soumis à chacun des traitements.

Pour l'ensemble des homards mués en élevage, l'exuvie était laissé dans le casier à l'exception des pinces broyeuse et tranchante. Mis à part l'un des traitements sur l'alimentation, les homards avaient les pinces immobilisées avec des élastiques avant la mue et après la période de durcissement de l'exosquelette suivant la mue. Lors des visites, les morts et les résidus de nourriture furent retirés.

5. Prises de données biologiques

Chaque casier fut numéroté afin de suivre les homards individuellement. Les dates de mue, de mort ou de sortie de chacun des homards étaient notées. Chacun des individus vivants au début (soit en moyenne 2 semaines après leur entrée en élevage) et à la fin de la saison a été examiné pour noter les blessures. Une autopsie partielle sur les morts non décomposés a été pratiquée afin de noter les blessures, la présence d'artefacts dans l'estomac, ainsi que l'apparence anormale des tissus viscéraux. Le personnel du laboratoire de la Direction des Pêches Maritimes du Québec (Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation) était chargé des tests bactériologiques visant à détecter la présence de la bactérie Aerococus viridans (var.) homari dans le sang des homards morts, mais non décomposés.

La longueur du céphalothorax a été mesurée avant et après la mue des homards à l'aide d'un vernier à coulisse d'une précision de $\pm$ 0,025 mm. Au début de l'élevage et à la fin, une balance électronique précise à 0,5 g. a servi à peser les homards vivants.

SITE D'ÉLEVAGE ET CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Le système d'élevage a été mouillé dans la lagune du Havre-aux-Maisons (Fig. 1), plus précisément dans l'une des ramifications du chenal menant au pont de Havre-aux-Maisons (Fig.2). Il fut situé à 12 m au nord de l'Ile Rouge, laquelle se trouve à 300 m du pont et du quai de Havre-aux-Maisons. Au site d'élevage, le chenal a au maximum 8 mètres de profond et 30 mètres de large.

L'Ile Rouge offre une protection naturelle contre le vent du sud. Lorsque le vent provient des autres directions, les hauts-fonds entourant le chenal amortissent les vagues qui se forment dans les bassins est et ouest de la lagune. Ainsi, la hauteur des vagues dépasse rarement 25 cm au site d'élevage.

La turbidité, généralement faible à l'été, augmente à l'automne, car à cette période les vents sont plus violents et remettent en suspension plus de particules de sable fin et de débris de zostère.

La circulation de l'eau dans le chenal est principalement assurée par le courant de marée qui peut atteindre une vélocité de 0,7 m/sec. dans les périodes de vive-eau.

La température de l'eau qui se situait à 14°C. au début de juillet, n'a pas dépassé 17°C. au cours de l'été. Elle a ensuite diminué progressivement pendant l'automne pour atteindre 0°C. au début de décembre.

La salinité dans la lagune du Havre-aux-Maisons se maintient entre 28 o/oo et 30.5 o/oo (Gagnon et al., 1984). Les fortes précipitations automnales et les échanges d'eau entre la lagune et la Baie de Plaisance causent de faibles variations de salinité.

Le brassage des eaux de surface assure une bonne oxygénation de l'eau. Les concentrations en oxygène dissous dans la lagune correspondent à une sursaturation (Gagnon et al., 1984). Les plus faibles concentrations se sont maintenues au-dessus de 7 mg/L.

Fig. 1. Photographie aérienne montrant le site d'élevage dans la lagune de Havre-aux-Maisons. Site d'élevage (■).

Fig. 2. Photographie aérienne montrant l'emplacement du système d'élevage et la direction du courant de marée dans une ramification du chenal menant à la sortie de la lagune de Havre-aux-Maisons.

SYSTEME D'ÉLEVAGE EN SUSPENSION

1. Description du système d'élevage

1.1 Matériel

Pour le nouveau système, le bâtiment flottant ayant servi pour l'élevage commercial en 1982 a été utilisé. La description détaillée de cette structure est présentée dans Gagnon et al., (1984) et la Figure 3 représente schématiquement ce bâtiment.

Les paniers d'élevage employés furent essentiellement semblables à ceux utilisés dans la deuxième moitié de la saison 1982. Ils sont faits de polypropylène vert et mesurent 63,5 cm de long, 53,5 cm de large et 11,0 cm de haut (Fig. 4). Leur fond est largement perforé et la surface vide des orifices recouvre 1,8 X 1,8 cm^2. Les paniers sont fabriqués de manière à pouvoir être emboîtés solidement les uns dans les autres avec leur contenu. L'intérieur peut être aménagé pour recevoir un, deux ou quatre homards. Des parois en bois de 1,0 cm d'épaisseur par 8,2 cm de hauteur délimitent les casiers individuels et entourent l'intérieur des paniers (Fig. 4). Un grillage mono-pièce de matière plastique ayant des orifices ovales de 3,5 mm par 2,5 mm est accolé sous le cadre de bois et appuyé sur le fond du panier. Cette année, les paniers ont été légèrement modifiés afin de favoriser le renouvellement d'eau à l'intérieur de ceux-ci. En effet, il s'agissait de percer quatre trous circulaires de 23 mm de diamètre dans les 4 côtés du panier et du cadre de bois.

Les colonnes furent formées de 10 paniers empilés et fermement maintenus ensemble par une courroie que l'on serre au moyen d'un boucle (Fig. 5). la courroie est également munie de deux crochets prenant prise sous le panier du bas d'une colonne. Le premier panier d'une colonne a été annexé d'un panneau en mousse de polystyrène extrudé de 25 mm d'épaisseur qui couvre toute sa surface (Fig. 5). Dans le panier du bas, il a fallu ajouter un sac de sable grossier pesant entre 5 et 10 kilos. La mousse et les cadres de bois servent à tenir la colonne en surface alors que le sac de sable maintient la stabilité verticale des colonnes.

Le poids humide d'une colonne totalise environ 40 kilos.

D'autres pièces complètent le système, elles seront sommairement décrites dans la section qui suit.

1.2 Fonctionnement du système en suspension

La Figure 3 montre l'organisation des différentes parties du système. Le bâtiment flottant est solidement ancré à l'aide d'un câble d'acier et d'une cage métallique installés à chacun des ses quatre coins. Deux poutres de bois de 0,3 m X 0,3 m X 3 m sont attachées aux ancres et flottent à la surface. La distance entre les poutres et le bâtiment est de 30 m. Il faut fixer à chacune des poutres une poulie de métal servant à supporter et à faire avancer un câble de 1,5 cm d'épaisseur et de 140 m de long. chaque colonne de panier est attachée à ce câble de retenue par deux mousquetons. Ces derniers sont reliés

en permanence à la colonne par une corde de 0,1 m, nouée au panier du dessus (Fig. 5). Dans la présente expérience, 40 colonnes furent attachées au câble de retenue, espacées les unes des autres d'environ 0,1 m.

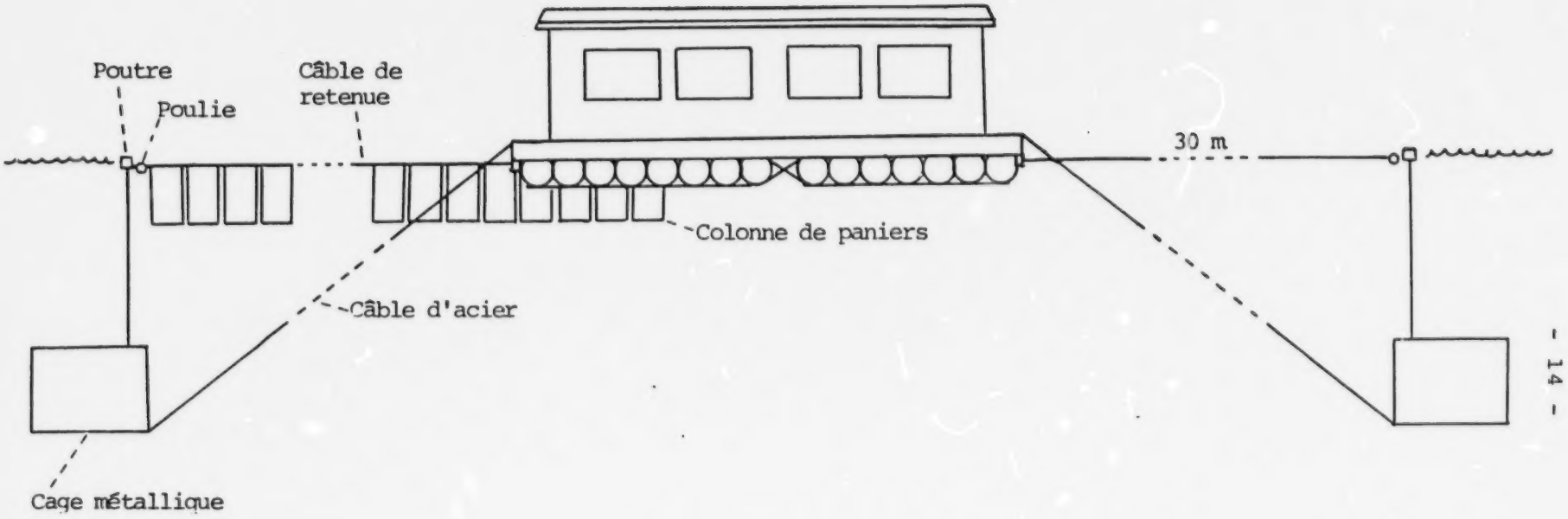

Fig. 3. Schéma du système d'élevage en suspension, vue latérale.

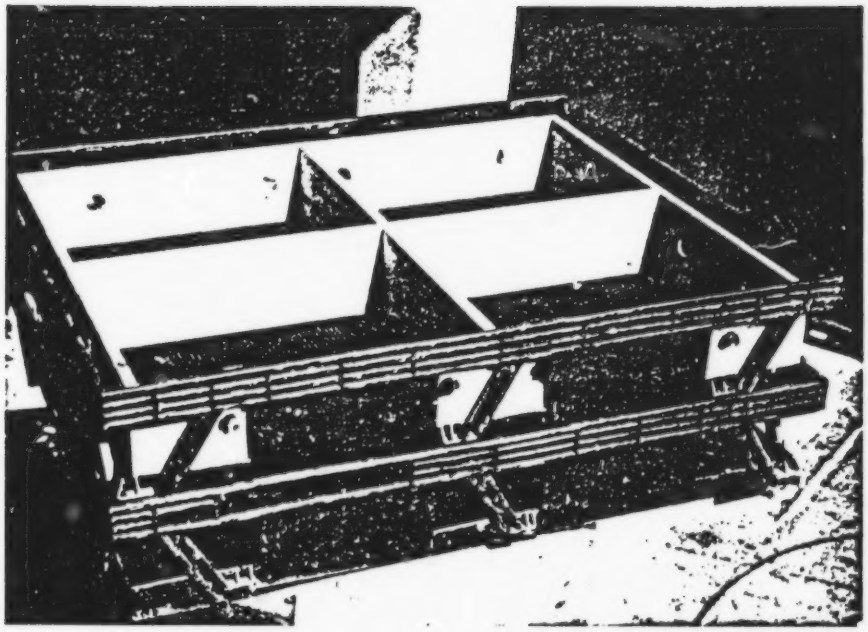

Fig. 4. Illustration du panier compartimenté.

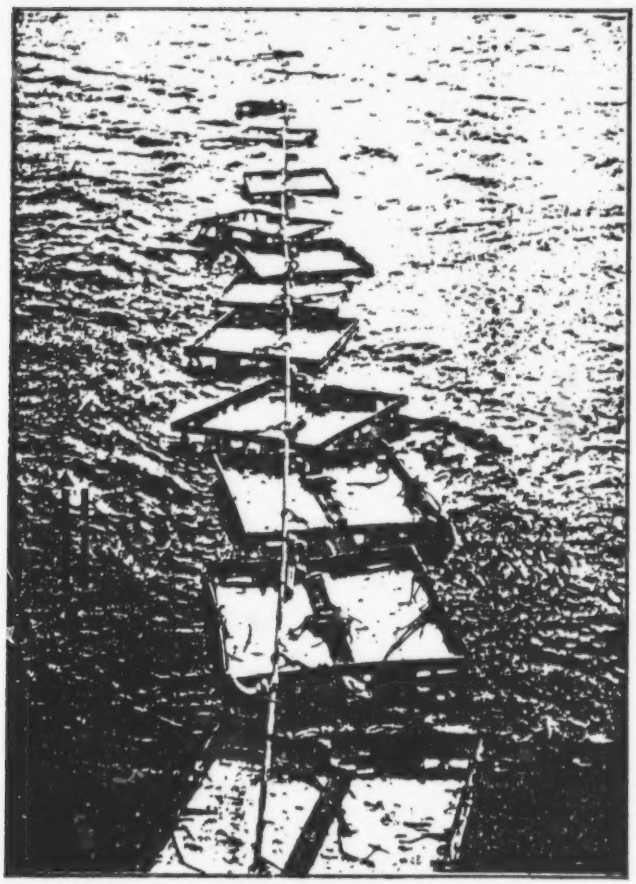

Fig. 5. Disposition des colonnes immergées sur le cable de retenue.

Le bâtiment et le câble de retenue sont placés de façon parallèle au courant de marée (Fig. 2 et 5). Le câble de retenue passe sous le plancher de la structure flottante et les colonnes peuvent être déplacées vers l'amont ou l'aval du bâtiment.

L'accès aux colonnes s'effectue par des orifices situés à l'intérieur du bâtiment (Fig. 6). Le courant de marée sert de force pour déplacer horizontalement les colonnes. Idéalement, les opérations devraient se faire dans le sens du courant ou à l'étale de marée. Dans ce dernier cas, il est souhaitable d'utiliser un petit treuil manuel pourvu d'un câble que l'on attache au câble de retenue, pour hâler les colonnes (Fig. 6).

1.3 Système de nourrissage

Les opérations de nourrissage s'effectuent à l'intérieur du bâtiment. Il faut faire avancer les colonnes vis-à-vis les orifices du plancher, les détacher du câble de retenue, puis les sortir de l'eau à l'aide d'un palan manuel dont la chaîne est attachée à la courroie retenant les paniers (Fig. 7). Le palan manuel est suspendu à un système à glissière fixé au plafond du bâtiment. Ce système permet le déplacement du palan et des colonnes sorties de l'eau à l'endroit désiré. Lorsque l'on a déposé la colonne sur le plancher et desserré la courroie qui retient les paniers, le nourrissage peut avoir lieu. Pour ce faire, les paniers doivent être relevés un à un, basculant légèrement vers l'arrière ceux qui se trouvent au-dessus de celui auquel on veut avoir accès (Fig. 8). La nourriture est alors déposée manuellement dans chaque casier, puis les résidus alimentaires et les cadavres sont retirés. Lorsque le

nourrissage est terminé et que la courroie de retenue des paniers est tendue, il s'agit de basculer manuellement la colonne à l'eau pour l'attacher ensuite au cable de retenue. A la fin des opérations, le câble de retenue est immobilisé pour empêcher les colonnes de bouger librement au gré des courants.

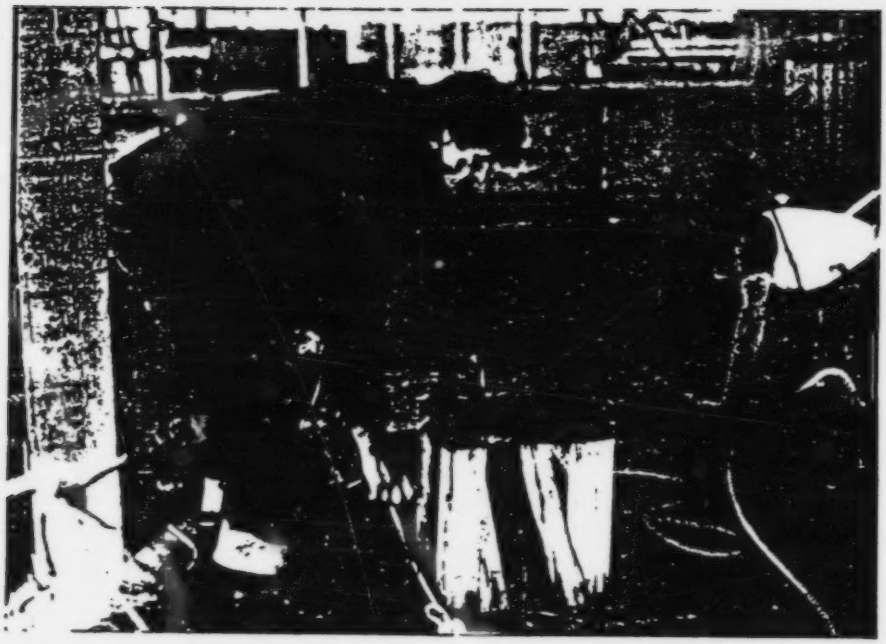

Fig. 6. Petit treuil servant à tirer le câble de retenue à l'étale de marée et à contre-courant.

Fig. 7. Palan manuel servant à remonter les colonnes de paniers.

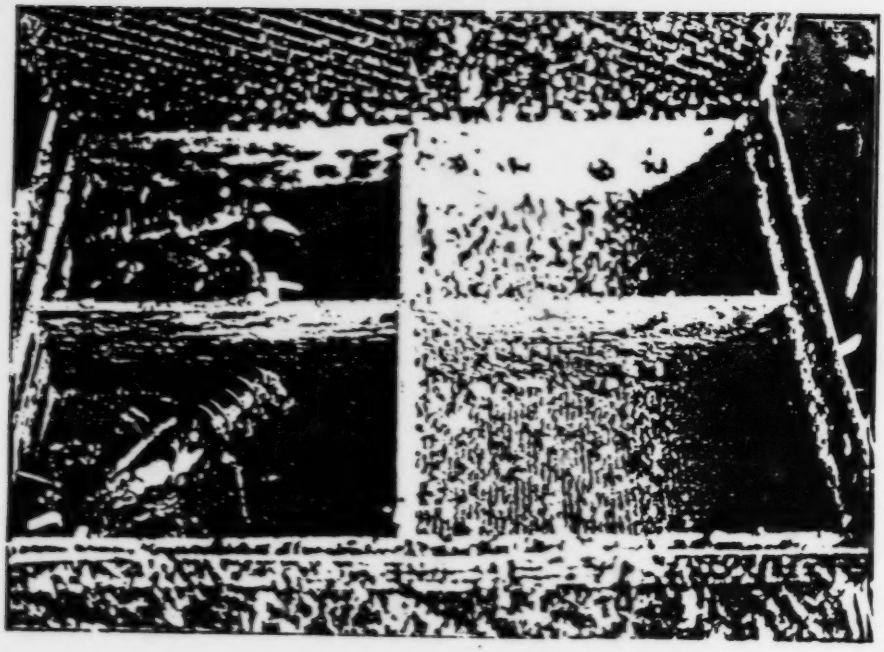

Fig. 8. Basculement vers l'arrière du panier sus-jacent (▼) pour nourrir les homards.

2. Observations sur le système

Le système ci-haut décrit a été conçu pour répondre aux besoins de l'expérience. Toutefois, il devra être mis au point si l'on désire qu'il soit fonctionnel sur le plan commercial.

Le palan manuel n'est pas suffisamment rapide et demande trop d'effort pour relever les colonnes de paniers. Le passage des colonnes sous le plancher du bâtiment flottant retarde les opérations. En effet, les manoeuvres doivent les enfoncer à l'aide d'une gaffe pour qu'elles puissent passer sous le plancher du bâtiment. De plus, il arrive que le panier de surface s'accroche sous le plancher.

Le câble de retenue utilisé possède une certaine élasticité. Une baisse de tension du câble peut provoquer sa sortie du chemin des poulies.

Au site choisi, les courants de marée facilitent le halage des colonnes lorsque celui-ci se fait dans le sens du courant. Cependant, à l'étale de marée il faut utiliser un petit treuil manuel pour faire avancer la ligne de colonnes (Fig. 6). Par contre, il est plus difficile de rapprocher les colonnes à contre-courant et cela retarde les opérations.

Lorsque le courant et l'agitation des eaux de surface sont faibles, les colonnes de paniers demeurent à la verticale. Quand le courant de marée devient plus important, il peut maintenir les colonnes inclinées. Enfin, une agitation intense des eaux de surface fait osciller lentement les colonnes qui

peuvent alors frotter l'une sur l'autre sans toutefois que cela provoque une usure des paniers.

Après une période de grand vent qui augmente la charge de particules en suspension, une accumulation de sédiments dans les casiers vides peut être observée ainsi que dans le dernier panier de la colonne contenant le lest. Ces dépôts de sable fin alourdissent et enfoncent les colonnes, ce qui rend leur halage et leur décrochage de la corde de retenue plus difficile (Fig. 8 et 9). On se doit alors de nettoyer les paniers.

Le cadre de bois placé à l'intérieur des paniers absorbe de l'eau, et modifie la flottabilité d'une colonne. Il s'impose donc de procéder à l'ajustement du lest plusieurs fois au cours de la saison.

Des organismes sessiles se fixent à l'état la-vaire sur les parois externes des paniers (Fig. 7). Leur croissance de même que la rétention du sédiment qu'ils provoquent augmentent le poids des colonnes. Ils envahissent également les ouvertures des paniers. Au début de l'automne, il faut donc procéder régulièrement au nettoyage des parois externes des paniers. Des organismes benthiques sessiles et vagiles colonisent également l'intérieur des casiers (Fig. 8), mais ceux-ci servent de nourriture aux homards (Gagnon et al., 1984). Le homard nettoie son casier en éliminant également les sédiments (Fig. 9).

Lors du nourrissage, la période d'émersion des homards varie entre 5 et 10 minutes. Il faut 2 à 4 minutes pour nourrir les homards d'une colonne.

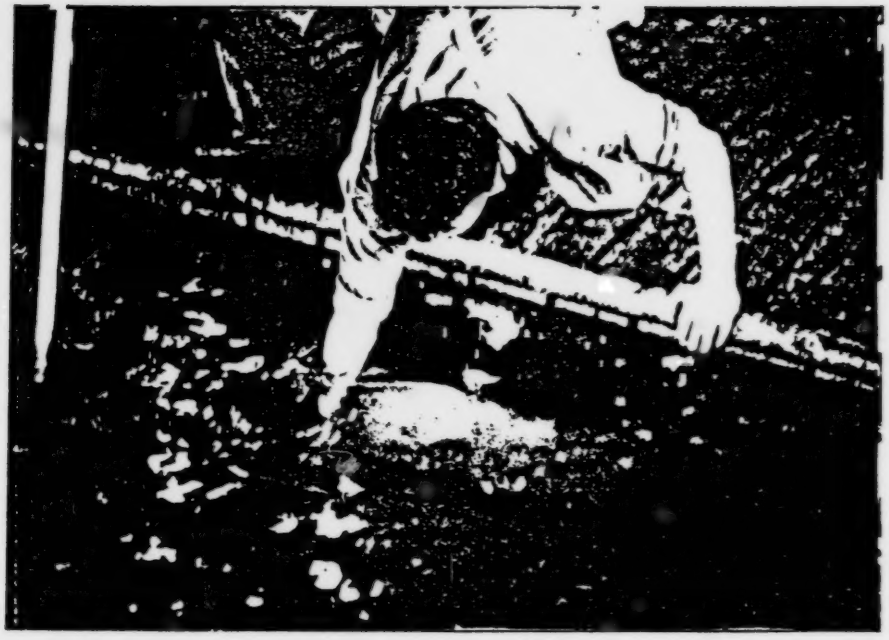

Fig. 9. Décrochage d'une colonne ayant accumulé des sédiments.

Lorsqu'on lève un panier pour nourrir les homards du panier sous-jacent, les individus les plus actifs peuvent passer un appendice ou une partie de leur corps par dessus l'une des parois verticales de leur casier (Fig. 10). Le manoeuvre doit donc être attentif et replacer les fugitifs. Il est toutefois probable que des homards se fassent tout de même écraser une partie du corps lors de la fermeture du panier sus-jacent.

Après le nourrissage, il convient de basculer les colonnes pour les remettre à l'eau. Il se peut que les homards se blessent suite à ce choc mécanique. Cette méthode serait donc à éviter.

Certaines pièces du système d'élevage sont fragiles et facilement endommageables. Par exemple, lorsque l'on pose les colonnes sur le plancher du bâtiment, le panier du bas peut casser si la colonne est déposée brusquement. Il arrive également que des cadres de bois et des grillades de polypropylène doivent être remplacés. D'après les observations réalisées dans cette étude, il se pourrait que ce soit les homards qui déchirent les grillages avec leurs appendices, et ce, même s'ils ont des élastiques aux pinces. Cette affirmation reste toutefois à confirmer.

Le système de nourrissage n'utilise aucune source énergétique, mis à part l'énergie humaine et marémotrice. Les dépenses de carburant se font uniquement pour le transport du personnel et de la nourriture.

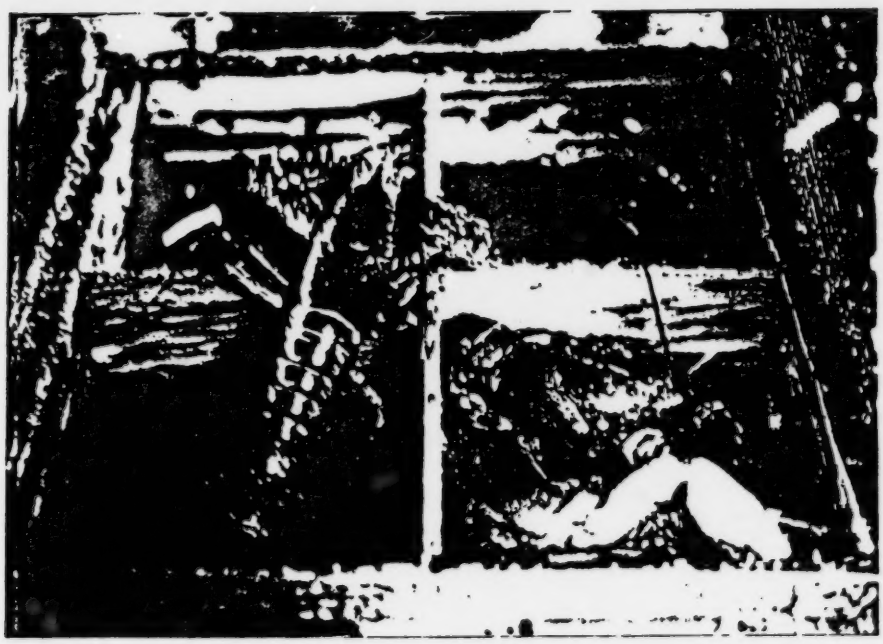

Fig. 10. Comportement du homard lors du nourrissage et exuvie d'un individu venant à peine de muer.

RÉSULTATS

1. Perte de homards

Au cours de la saison d'élevage, 6,3% des 1 435 homards ont été sacrifiés pour des fins expérimentales. Les pertes totales s'élèvent à 9,4% et sont attribuables à trois facteurs principaux, soit la mortalité (4,2%), le mauvais fonctionnement du système d'élevage (3,7%) et le vol (2,3%). Les pertes totales (Pc) et la mortalité cumulées (Mc) au jour (i) ont été calculées par les équations suivantes:

$$Pc_i\ (\%) : \frac{X_i \times 100}{(N - S_i)}$$

où: X_i: nombre cumulé de homards morts et perdus jusqu'à la fin de la période considérée i (normalement de 7 jours).

N : nombre de homards au début de l'élevage (N: 1 435 individus).

S_i: nombre cumulé de homards sacrifiés jusqu'à la fin de la période i.

$$Mc_i\ (\%) : \frac{Y_i \times 100}{(N - S_i)}$$

où: Y_i: nombre cumulé de homards morts jusqu'à la fin de la période i.

La Figure II présente l'évolution saisonnière des pertes totales et de la mortalité cumulées chez les individus qui ont été gardés en captivité pendant 157 jours, soit du 28 juin au 2 décembre 1983. On remarque que durant les trois premières semaines, la mortalité s'élève à 3%, ce qui représente plus de 70% de la mortalité totale observée à la fin de l'élevage. Le taux journalier de mortalité (M_j) a été calculé selon l'équation suivante:

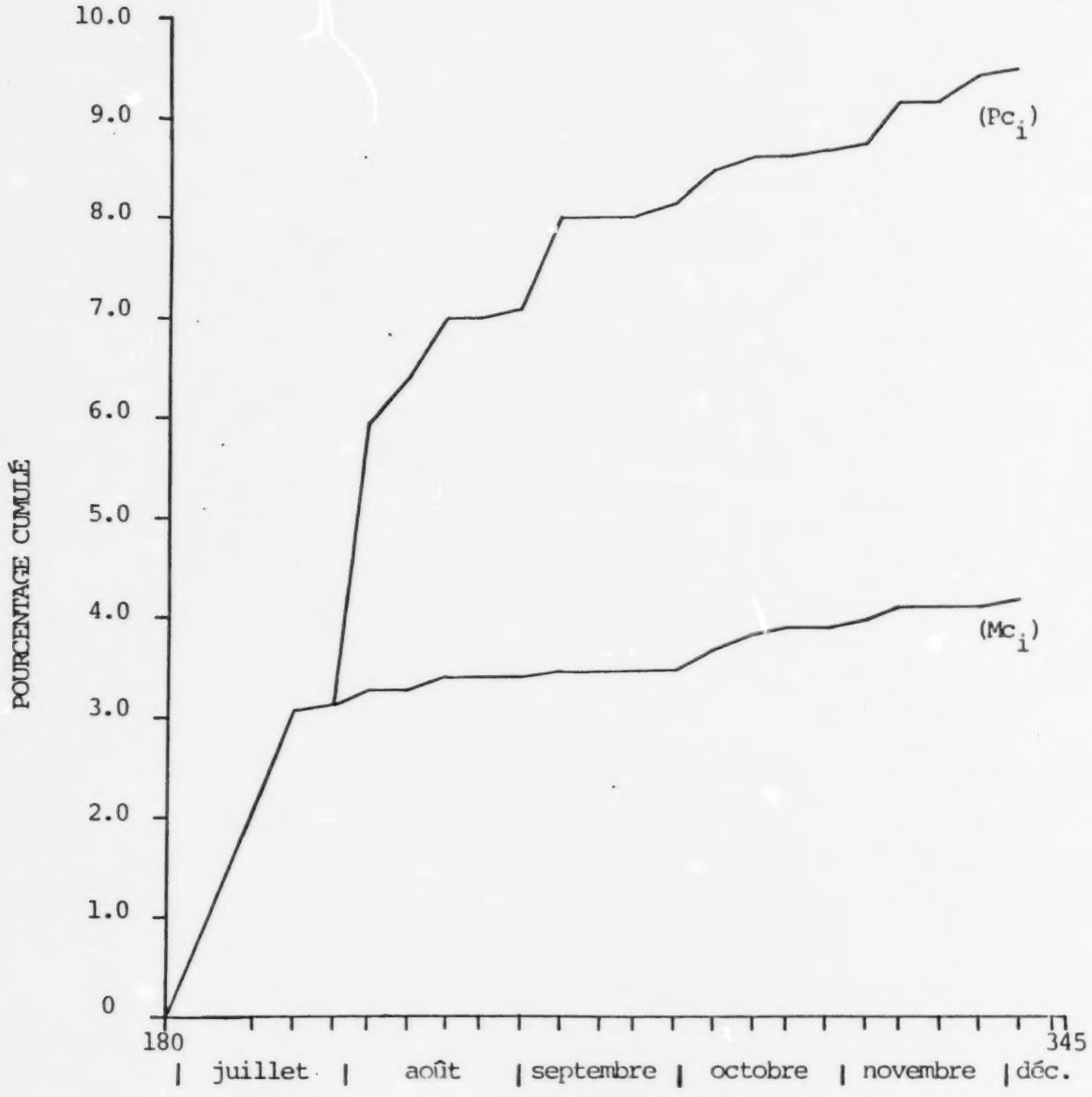

Fig. 11. Évolution saisonnière des pertes totales cumulées (Pc_i) et de la mortalité cumulée (Mc_i) de l'ensemble des homards mis en élevage.

$$M_i\ (\%) : \frac{A_i \times 100}{(NV_i - P_i)\ T_i}$$

où: A_i : nombre de homards morts au cours de la période i.

NV_i: nombre de homards vivants au début de la période i.

P_i : nombre de homards perdus, volés et sacrifiés au cours de la période i.

T_i : durée de la période i (en jours), T_i étant normalement égal à 7 jours.

Le taux journalier de mortalité est de 0,15% durant les trois premières semaines, puis il diminue rapidement pour ne pas dépasser 0,025% de la fin juillet au début décembre (Fig. 12). Au cours de cette dernière période, le taux journalier de mortalité se situe en moyenne à 0,007%.

La mortalité est donc plus importante peu après l'entrée en élevage. Par la suite, elle diminue pour atteindre un bas niveau.

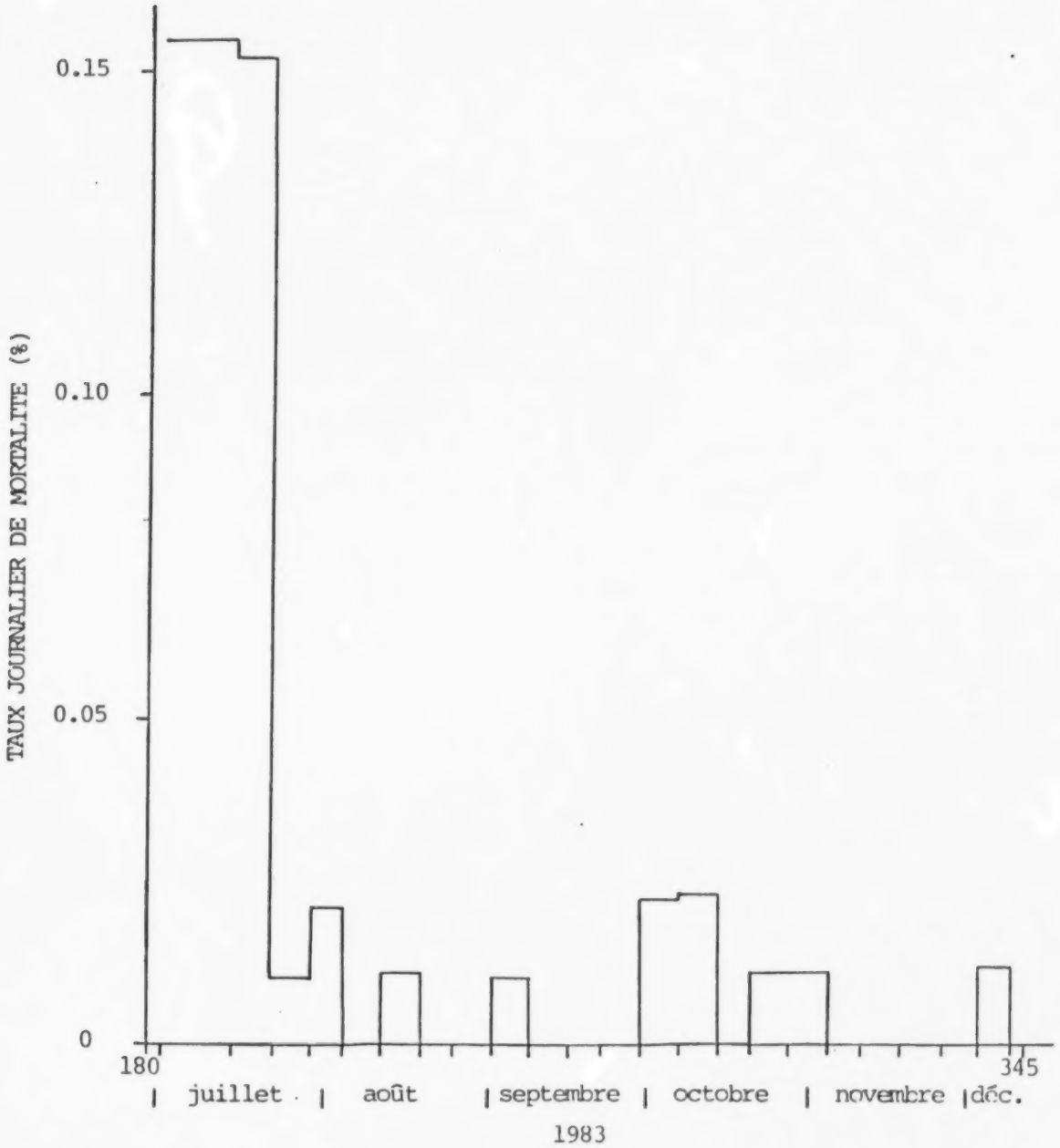

Fig. 12. Évolution saisonnière du taux journalier de mortalité en pourcentage (M_i) pour l'ensemble des homards mis en élevage.

1.1 Causes de mortalité

Cinquante-six homards sont morts en élevage. On a effectué un test bactériologique chez quatorze d'entre eux dont l'état de décomposition n'était pas trop avancé, afin de déterminer la présence d'Aerococus viridans. Pour les individus morts entre le 6 juillet et le 5 août, la présence de cette bactérie fut détectée dans 7 cas sur 9 (Annexe 1). Par ailleurs, un seul des cinq individus morts entre le 6 août et le 2 décembre était infecté par Aerococus viridans.

Une autopsie partielle a également été pratiquée sur 23 des 56 morts dont l'état de décomposition permettait encore de discerner les blessures (Annexe 1). La presque totalité des individus infectés avait au moins une meurtrissure importante. L'un des homards infectés ne semblait pas blessé, mais la présence de moules sur ses branchies fut notée, ce qui a peut-être blessé l'animal. Chez un autre mort et infecté par la bactérie, la seule blessure apparente se situait au niveau d'une antenne. Quant aux individus qui n'ont pas pu subir le test bactériologique ou chez lesquels la présence de Aerococus viridans n'a pas été détectée, l'autopsie montre que, dans la majorité des cas, les morts avaient aussi un appendice amputé et/ou perforé ou une partie de l'abdomen écrasée. Un seul de ces crustacés ne présentait aucune blessure apparente.

La mortalité vraisemblablement causée directement ou indirectement (via une infection par A. viridans) par des blessures apparentes s'élève à plus de 80%.

1.2 Comparaison de la mortalité: système en suspension et cage métallique

Le Tableau 1 présente les résultats sur la survie et la mortalité des homards pour chacune des deux méthodes d'élevage. Les données ont été prises à partir du 16 juillet, date à laquelle a débuté la notation des morts et du système dont ils provenaient. Après un ajustement tenant compte des individus retirés ou perdus, une mortalité de 5,4% pour la cage métallique et de 1,5% dans le système en suspension a pu être observée. L'évolution saisonnière du taux journalier de mortalité montre que dans les deux systèmes, le nombre des morts est plus élevé au début de la période considérée (Fig. 13). L'accroissement du taux de mortalité entre le 16 et le 22 juillet est davantage marqué dans la cage métallique (Fig. 13). Du 23 juillet jusqu'à la fin de l'élevage, le pourcentage de mortalité est respectivement de 0,9% et 1,0% dans les systèmes en cage et en suspension. Bien que le taux journalier de mortalité se situe alors à 0,007%, en moyenne, dans les deux cas, on observe une plus grande régularité du taux de mortalité dans le système en suspension. Si l'on exclut les trois premières semaines de l'élevage, aucune différence marquée au niveau de la survie entre les deux systèmes n'apparaît. Toutefois, aucune hypothèse valable ne peut être avancée pour expliquer la différence de survie entre les deux méthodes au début de l'élevage.

Tableau 1: Survie et mortalité de l'ensemble des homards mués en élevage.
a) Les données avant ajustement ne tiennent pas compte des individus morts avant le 16 juillet.
b) Un premier ajustement a été fait pour redistribuer les 29 morts non-mués avant le 16 juillet proportionnellement au nombre initial d'individus mis dans le système en suspension et la cage métallique. Dans un second ajustement, on a réparti les homards retirés, perdus ou volés selon les taux de mue et le taux de mortalité de ceux demeurant en élevage.

	Nombre d'individus total	Vivants		Morts		Retirés, perdus ou volés	
		mués	non-mués	mués	non mués	mués	non-mués
		n %	n %	n %	n %	n %	n %
a) Avant ajustement:							
Système en suspension	1056 921	708 76,9	196 21,3	6 0,7	9 1,0	77 –	58 –
Cage métallique	350 326	245 75,2	69 21,2	3 0,9	9 2,8	10 –	14 –
b) Après ajustement:							
Système en suspension	1077,8 1077,8	806,3 74,8	233,9 21,7	6,8 0,6	9 2,8	– –	– –
Cage métallique	357,2 357,2	263,1 73,7	74,7 20,9	3,2 0,9	16,2 4,5	– –	– –
Système en suspension et cage métallique (28-06 au 02-12-83)	1435 1435	1069,4 74,5	308,6 21,5	10 0,7	47 3,3	– –	– –

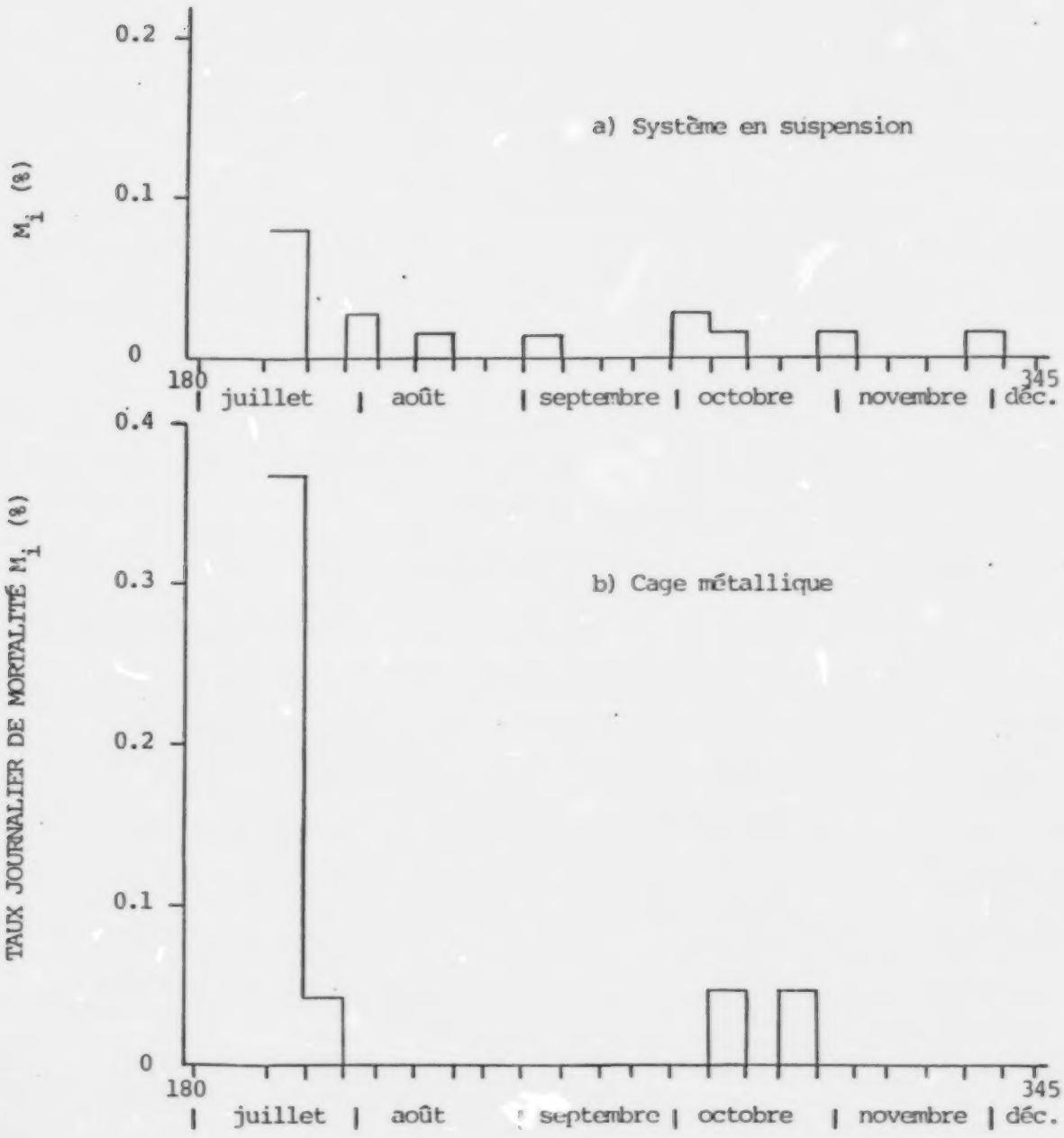

Fig. 13. Évolution saisonnière du taux journalier de mortalité en pourcentage des homards entrés a) dans le système en suspension et b) dans la cage métallique.

1.3 Comparaison de mortalité: mués et non-mués

Le Tableau 1 expose les résultats de la survie et de la mortalité des individus mués et non-mués pour l'ensemble de l'élevage. Les pourcentages de morts mués et non-mués sont de 0,7% et 3,3% respectivement. Ces pourcentages ne doivent toutefois pas être considérés comme un indice de leur vulnérabilité. Il faut pour cela se baser sur le taux journalier de mortalité qui tient compte de l'abondance des mués et non-mués à un moment donné. Une comparaison de l'évolution saisonnière du taux de mortalité montre une plus grande régularité de ce taux chez les mués et un taux beaucoup plus élevé au début de l'élevage pour les non-mués (Fig. 14). Du début de l'élevage jusqu'au 22 juillet, les non-mués représentent plus de 70% des homards. Le 3% de mortalité cumulée pendant les trois premières semaines d'élevage est donc attribuable en grande partie à la mortalité des non-mués. Pour la période s'étendant du 23 juillet à la fin de l'élevage, le taux de mortalité des mués et des non-mués se maintient à un niveau relativement bas (M_i : 0,05%); il se situe en moyenne à 0,007% pour les mués et 0,008% pour les non-mués. Il ne semble donc pas y avoir de différence importante entre la vunérabilité des mués et des non-mués après la période initiale de mortalité plus intense.

1.4 Pertes dues au mauvais fonctionnement du système et au vol

Les erreurs de manipulation qui ont causé la perte de 18 individus peuvent être résumées comme suit: 1) mauvais accrochage de la courroie à la base d'une colonne provoquant la chute des paniers lors de la mise à l'eau et entraînant la perte de 16 homards, 2) perte à l'eau d'un individu lors de la

pose des élastiques et 3) perte à l'eau d'un individu lors du remplacement d'un panier défectueux. Des pertes sont également attribuables à un bris de matériel. Ainsi, 21 individus sont tombés à l'eau parce qu'une partie du panier s'est cassée à l'endroit où se fixe les crochets de la courroie de retenue. Deux individus ont également été perdus parce que le panier du dessus d'une colonne est resté accroché sous le plancher de la structure flottante, créant ainsi une porte de sortie. A la fin de la saison, il a fallu transporter les homards du site d'élevage au quai de Havre-aux-Maisons en remorquant les colonnes à l'arrière d'un bateau. La tension de la corde reliant une colonne au bateau a alors soulevé un panier et créé une ouverture par laquelle 3 homards se sont échappés. Un prototype d'enclos compartimenté de fabrication artisanale a été essayé, mais celui-ci s'est brisé et 4 individus se sont évadés. Deux autres homards ont été perdus sans que la cause puisse être déterminée. Enfin, 21 individus ont été volés à la suite du mouillage dans le centre de la lagune de Havre-aux-Maisons. Au site principal d'élevage, aucun vol n'a été enregistré.

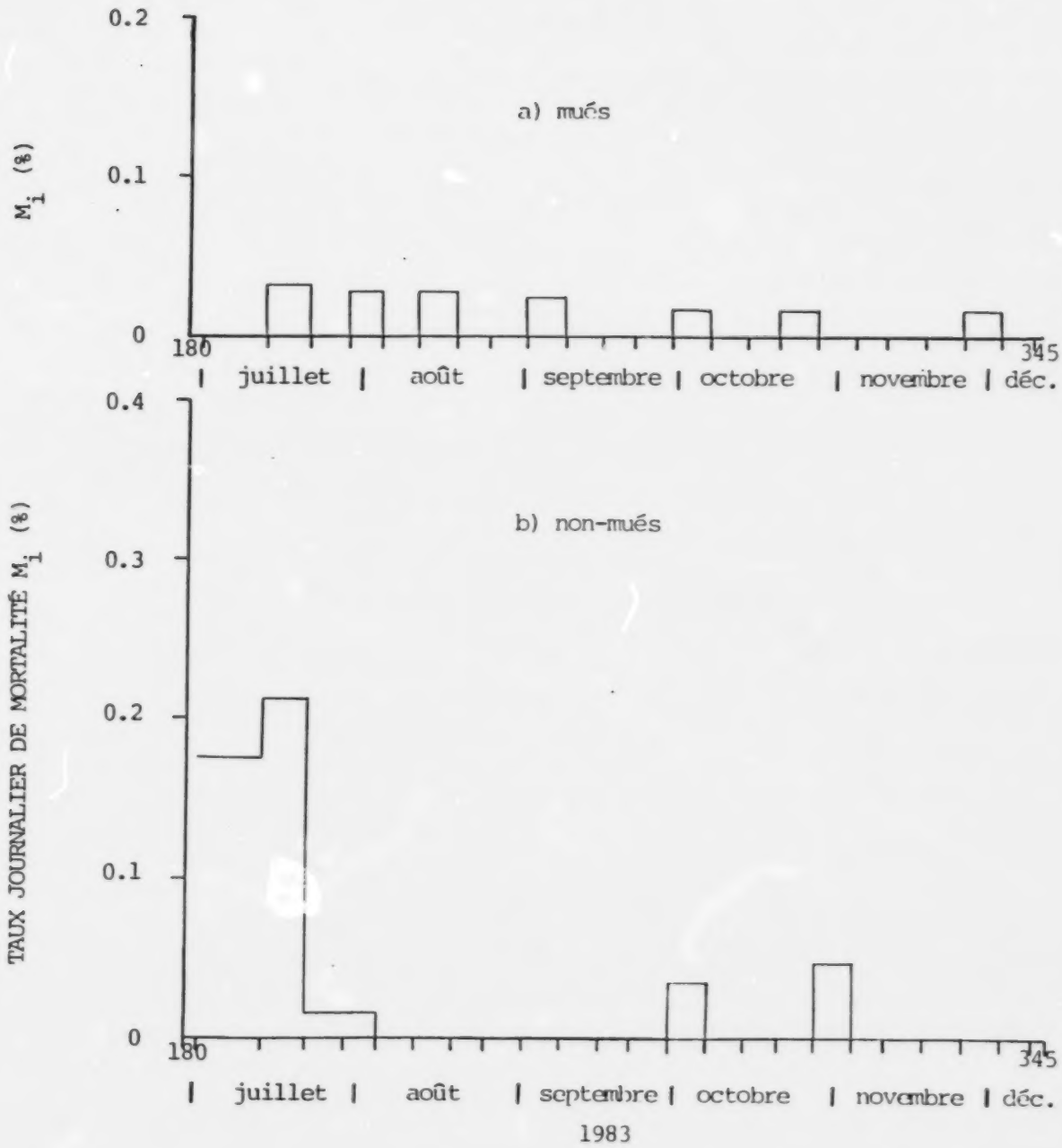

Fig. 14. Évolution saisonnière du taux journalier de mortalité en pourcentage (M_i) a) pour les homards mués et b) non-mués, dans l'ensemble de l'élevage.

2. Blessures

2.1 Type et fréquence des blessures

Le Tableau 2 présente un compte-rendu des blessures pour les homards mâles vivants et gardés en suspension dans les casiers de 0,067 m^2. Les blessures de chaque individu au début et à la fin de l'élevage ont été notées, ce qui a permis de déterminer celles qu'ils ont acquises au cours de leur captivité. Furent également inscrites les blessures du début dans les 2 à 15 premiers jours après l'entrée en élevage des homards. L'état des blessures à ce moment-là est donc un reflet de la sélection faite au départ dans les enclos des producteurs. Toutefois, il y a de fortes chances que la perte de pinces observée chez 0,8% des individus ait eu lieu entre la sélection et la prise initiale de données. Au début et à la fin de l'élevage, le pourcentage des individus présentant au moins une blessure est semblable, soit 60%. Au cours de la période de captivité, 48% des homards acquièrent des blessures (perforation ou ablation partielle).

Le nombre de blessures par individu est passé de 0,83 au début à 0,94 à la fin de l'élevage. Pendant leur captivité, les homards ont acquis en moyenne 0,70 blessure par individu.

En début de saison, les blessures les plus abondantes se remarquent au niveau des antennes (49%), des pinces (11%), des pattes marcheuses (10%) et des uropodes (6%). Les blessures aux autres parties du corps sont présentes chez moins de 2% des individus (Tableau 2).

Au cours de l'élevage, les homards se blessent au niveau des antennes (16%), des pattes marcheuses (11%), des uropodes (11%), des pinces (10%) du telson (10%) et de l'abdomen (5%). Les appendices et l'abdomen sont donc les endroits les plus vulnérables avant et pendant la mise en captivité. Les pertes de pinces à la fin de l'élevage s'avèrent moins importantes en nombre (2,4%), mais elles constituent pour un individu vivant, une perte de poids importante (34% du poids vivant; McLeese 1972a).

2.2 Origine des blessures

Selon les observations effectuées dans cette étude la fermeture des paniers et leur remise à l'eau après le nourrissage seraient des manipulations susceptibles de blesser les homards (voir section: observations sur le système d'élevage en suspension). Pour tenter d'établir une relation quantitative entre ces manipulations et leur impact sur les blessures, nous avons comparé le nombre de blessures par individu dans les traitements caractérisés par une fréquence de nourrissage de 1x, 2,5x et 4x par semaine. En ne considérant que les blessures acquises au cours de l'élevage, le nombre moyen de blessures par individu est de 0,6 (n : 30) pour la fréquence de 1x par semaine et de 0,7 pour les fréquences de 2,5x et 4x par semaine (n2.5x : 380; n4x : 241). L'absence d'une augmentation progressive et la faible ampliture des variations (0,1 blessure/individu) indiqueraient que la fréquence de nourrissage ne joue pas un rôle déterminant dans l'acquisition des blessures. Toutefois, notre analyse se limitant au niveau quantitatif, aucune information n'a été prise sur la gravité des blessures entraînées par les manipulations.

Le type de casier constitue l'autre facteur principal pouvant être responsable des meurtrissures acquises au cours de l'élevage. Le casier utilisé est muni de plusieurs ouvertures donnant sur l'extérieur ou sur le casier voisin (Fig. 4). Les orifices donnant sur l'extérieur des paniers sont : 1) les quatre trous circulaires de 23 mm percés dans les parois verticales et 2) l'espace entre le dessus de cette paroi et le fond du panier sus-jacent (1 à 3 mm x 52 cm). Par ailleurs, les ouvertures permettant l'accès aux compartiments voisins se situent 1) entre le dessus de la division verticale et le dessous du panier sus-jacent (1 à 3 mm x 52 cm) et 2) au niveau du grillage du plancher et du plafond (2,5 mm x 3,5 mm).

Tableau 2: Compilation des blessures au début et à la fin de l'élevage pour les homards mâles vivants, gardés dans les casiers de 0,067 m^2 et ayant des élastiques aux pinces avant et après la mue. Les blessures acquises au cours de l'élevage ont été évaluées en comparant les blessures de la fin à celles du début de l'élevage.(P: perforation, M: mutilation).

Type de blessure	Parties blessées	Début			Fin			Pendant (Acquises)		
		Mués et non-mués	Mués	Non-mués	Mués et non-mués	Mués	Non-mués	Mués et non-mués	Mués	Non-mués
M	antenne	0,49	0,49	0,53	0,29	0,25	0,41	0,16	0,14	0,21
M	antennules	0,01	0,01	0,03	–	–	–	–	–	–
M	pinces	0,01	0,01	–	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01
M	rostre	0,01	0,01	–	0,01	0,01	–	0,01	0,01	–
P ou M	pattes marcheuses	0,10	0,10	0,11	0,19	0,18	0,24	0,15	0,14	0,18
P ou M	uropodes	0,06	0,04	0,15	0,13	0,13	0,15	0,11	0,11	0,12
P ou M	telson	0,01	0,01	0,01	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10
P ou M	pléopodes	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	–
P	abdomen	0,02	0,02	0,03	0,05	0,04	0,10	0,05	0,04	0,08
P	céphalothorax	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
P	pinces	0,11	0,11	0,14	0,12	0,12	0,16	0,10	0,09	0,12
n		714	558	156	714	558	156	714	558	156
nombre de blessures par individu		0,83	0,78	1,01	0,94	0,87	1,19	0,70	0,83	0,66
% de blessés		60	59	62	61	59	66	48	47	51

Des dommages du grillage et des divisions de bois peuvent survenir et créer des ouvertures plus importantes, mais les paniers endommagés sont changés régulièrement.

Les possibilités de contact entre deux homards de casiers adjacents se limitent donc aux dernières ouvertures mentionnées, la plus importante étant celle du dessus des parois verticales. Si cet orifice permet à deux individus voisins d'entrer en contact et de se meurtrir, les probabilités qu'un homard se blesse dans les paniers divisés devraient être plus élevées que dans les paniers sans division. Pour vérifier cette hypothèse, il a fallu comparer le nombre de blessures par individu dans les paniers divisés en quatre (0,067 m^2) et en deux (0,135 m^2) à celui des paniers sans division (0,276 m^2). Les homards gardés dans les casiers de 0,067 m^2 (n: 380) et 0.135 m^2 (n : 31) ont acquis 0,5 blessures par individus, comparativement à 1,25 (n : 31) pour les homards des paniers sans division (0,276 m^2). Le pourcentage des individus ayant acquis des blessures au cours de l'élevage est respectivement de 50%, 63% et 72% pour les casiers de 0,067 m^2, 0,135 m^2 et 0,276 m^2.

Il ne semble donc que les homards soient autant blessés dans les paniers sans division. Au contraire, la présence des compartiments paraît diminuer leurs mutilations. Aucune hypothèse valable ne peut être avancée pour interpréter cette relation. Elle indique néanmoins que l'orifice situé au-dessus des divisions internes ne semble pas permettre à deux homards voisins d'accroître les blessures qu'ils s'infligent réciproquement.

Quant aux autres orifices, aucun fait ne peut étayer la croyance qu'ils puissent être à l'origine des blessures. Les observations se sont limitées à la période de nourrissage et aucune n'a été faite en continu sous l'eau.

Une comparaison a finalement été établie entre l'abondance des blessures et le pourcentage de blessés dans la cage métallique et le système en suspension. Dans les deux cas, le nombre de blessures par individu est de 0,7 et le pourcentage d'individus ayant acquis au moins une blessure se situe à près de 50%. Le brassage attribuable à l'agitation des eaux de surface durant l'immersion des colonnes en suspension ne semble donc pas augmenter les chances de blessures.

2.3 Nécessité de l'immobilisation des pinces

Les homards sélectionnés avaient des élastiques sur les pinces. Ceux-ci sont nécessaires pour les empêcher de se blesser durant le transport dans les boîtes de bois. Tous les homards entrés en élevage ont gardé leurs élastiques jusqu'à la mue. Après celle-ci, des élastiques ont été remis aux deux pinces de la majorité des individus lorsque leur exosquelette eut atteint une certaine fermeté, soit 2 à 4 semaines plus tard. L'un de nos traitements consistait à ne pas immobiliser les pinces de 32 individus après leur mue. Dans ce groupe, 26 homards ont mué et parmi eux 39% ont été blessés au cours de l'élevage avec une moyenne de 0,5 blessure par individu. Par ailleurs, dans le cas les pinces furent immobilisées après la mue, le pourcentage de blessés était de 47% (n : 366) et le nombre de blessures par individu de 0,7. Cette tendance

montre donc que la pose des élastiques après la mue n'empêche pas nécessairement les homards de se blesser.

3. Croissance des homards soumis aux conditions standard

3.1 Incidence et période de mue

Il fut évalué à 74% le nombre d'individus ayant mué une fois au cours de l'élevage (Tabl. 3). Le pourcentage d'individus morts après la mue est de 0,7% et aucun homard n'a mué deux fois. Le pourcentage de mue est sensiblement le même dans les deux systèmes d'élevage. Le taux journalier de mue (Mu_i) est calculé d'après l'équation suivante:

$$Mu_i \ (\%) : \frac{A_i}{N_i} \times \frac{100}{T_i}$$

où : A_i : le nombre de homards mués au cours de la période i.

N_i : le nombre de homards vivants au début de la période i.

T_i : la durée en jours de la période i.

L'évolution saisonnière du taux journalier de mue (Mu_i) est présentée à la Figure 15. On remarque que la mue commence dès le début de la mise en élevage (du 28 juin au 12 juillet) et se poursuit continuellement jusqu'à la fin octobre. Toutefois, il existe deux périodes de mue: une première de 7,4 semaines et une seconde de 9,4 semaines. La première atteint son intensité au cours de la troisième semaine d'élevage et se termine entre le 20 et le 26 août. Vient ensuite la deuxième période de mue dont l'intensité augmente jusqu'à la

fin de septembre et diminue par la suite. Le deuxième pic d'intensité de mue survient donc deux mois après un pourcentage de mue de 52% dans la première période et de 48% dans la seconde. L'importance relative ces de deux périodes est donc sensiblement la même.

Tableau 3: Incidence de mue des homards soumis aux conditions standard . a) Les données avant ajustement ne tiennent pas compte des individus morts avant le 16 juillet. b) Un premier ajustement a été fait pour redistribuer les 29 morts non-mués avant le 16 juillet proportionnellement au nombre initial d'individus mis dans le système en suspension et la cage métallique. Dans un second ajustement, on a réparti les homards retirés, perdus ou volés selon le taux de mue et le taux de mortalité de ceux demeurant en élevage.

	Nombre d'individus total	Vivants		Morts		Retirés, perdus ou volés	
		mués	non-mués	mués	non-mués	mués	non mués
		n %	n %	n %	n %	n %	n %
a) Avant ajustement:							
Système en suspension	288	139 48,3	36 12,5	1 0,3	4 1,4	62 21,5	46 16,0
Cage métallique	350	245 70,0	69 19,7	3 0,9	9 2,6	10 2,9	14 4,0
b) Après ajustement:							
Système en suspension	293,9	213,2 72,5	69,6 23,7	1,2 0,4	9,9 3,4	– –	– –
Cage métallique	357,2	263,1 73,7	74,7 20,5	3,2 0,9	16,2 4,5	– –	– –
Système en suspension et cage métallique	651	476,3 73,2	144,3 22,2	4,4 0,7	7,9 1,2	– –	– –

3.2 Accroissement en longueur et en poids à la mue

Le Tableau 4 collige les résultats de croissance en longueur et en poids des homards soumis aux conditions standard. Initialement, la longueur moyenne des homards est de 78,1 mm et le poids moyen de 386 g. Pour les deux périodes de mue combinées, le gain en longueur se situe à 11,1% et le gain en poids à 38,6%, en excluant les individus qui ont subi une perte de poids par l'ablation d'une pince, et à 37,6% en les incluant (Tabl. 4). Une comparaison des deux périodes de mue montre que l'accroissement en longueur est supérieur de 1,4% et le gain en poids de 6,6% durant la première période de mue.

3.3 Influence des blessures sur la croissance

Les blessures initiales des homards, qu'ils aient mué ou non en élevage, sont consignées au Tableau 2. Chez les mués, le nombre de blessures par individu est de 0,78 comparativement à 1,01 chez les non-mués. Les pourcentages d'individus blessés s'élèvent à 59% et 62% respectivement. Selon ces résultats, les probabilités qu'un homard mue durant la saison semblent légèrement plus faibles lorsque le homard est blessé.

La croissance en longueur et en poids des individus blessés ou intacts est présentée au Tableau 4. Chez les blessés, on constate une diminution de 0,9% de l'accroissement en longueur et de 2,1% du gain en poids par rapport aux individus intacts ou ayant de légères blessures. Cette diminution de croissance causée par les blessures se maintient également dans les deux périodes de mue.

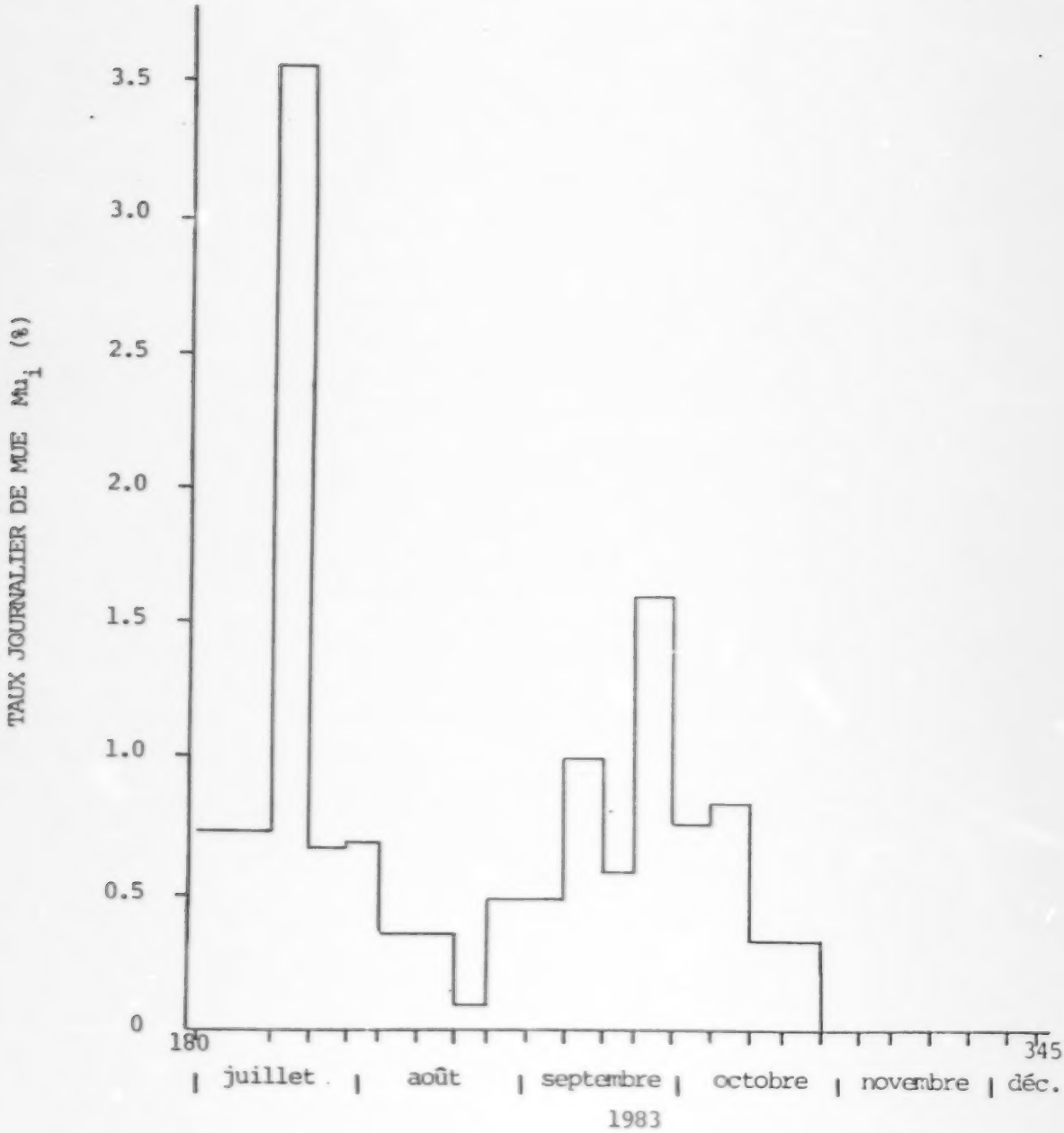

Fig. 15. Évolution saisonnière du taux journalier de mue en pourcentage (Mu_i) pour les homards soumis aux conditions standards d'élevage.

Tableau 4: Croissance en longueur et en poids selon la méthode de mue et l'état des homards dans l'ensemble de l'élevage (n: nombre d'individus); Lc: longueur initiale du céphalothorax; gain en longueur(%); P: poids initial; GP: gain en poids (%); GP^1: gain en poids (%) excluant les individus ayant une pince manquante et GP^2: gain en poids (%) incluant ceux qui ont une ou deux pinces manquantes.

	Lc	Gl	P	GP^1	GP^2
	$\bar{X}$ (s) (n)	$\bar{X}$ (s) (n)	$\bar{X}$ (s) (n)	$\bar{X}$ (s) (n)	$\bar{X}$ (s) (n)
A) Ensemble des individus blessés ou intacts.					
Pour les 2 périodes de mue (Jr 179 à 340)	78,1 (1,8) (165)	11,1 (2,5) (165)	386 (36) (156)	38,6 (7,6) (151)	37,6 (9,4) (156)
Pour la 1ère période de mue (Jr 179 à 228)	78,2 (1,9) (88)	11,6 (2,2) (88)	393 (37) (78)	41,9 (7,0) (74)	40,1 (10,6) (78)
Pour la 2ième période de mue (Jr 229 à 340)	78,0 (1,8) (77)	10,2 (1,8) (77)	373 (32) (78)	35,3 (6,7) (77)	34,9 (7,4) (78)
B) Groupe d'individus sans blessure ou ayant de légères blessures aux antennes.					
Pour les 2 périodes de mue (Jr 179 à 340)	78,1 (1,6) (70)	11,4 (1,7) (70)	383 (32) (69)	39,6 (6,3) (69)	
Pour la 1ère période de mue (Jr 179 à 228)	78,1 (1,7) (39)	12,0 (1,5) (39)	387 (33) (38)	42,5 (5,2) (38)	
Pour la 2ième période de mue (Jr 229 à 340)	78,1 (1,7) (31)	10,6 (1,5) (31)	379 (32) (31)	36,1 (5,7) (31)	
C) Groupe d'individus blessés au début et/ou à la fin de l'élevage.					
Pour les 2 périodes de mue (Jr 179 à 340)	78,2 (1,9) (95)	10,5 (2,3) (95)	388 (38) (87)	37,5 (8,3) (82)	35,7 (11,0) (87)
Pour la 1ère période de mue (Jr 179 à 228)	78,4 (2,1) (49)	11,1 (2,4) (49)	399 (41) (40)	41,0 (8,3) (36)	37,5 (13,5) (40)
Pour la 2ième période de mue (Jr 229 à 340)	78,0 (1,8) (46)	9,9 (1,9) (46)	378 (33) (47)	34,3 (8,3) (46)	33,8 (9,0) (47)

DISCUSSION

Les mises au point technologiques apportées au système d'élevage ont permis d'examiner régulièrement les homards en vivier et d'éliminer le plus possible les cadavres en voie de décomposition. Aucun signe d'épidémie de gaffkémie ne s'est manifesté contrairement à ce qui s'est produit pour l'élevage commercial de 1982 (Gagnon et al., 1984). Avec la méthode d'élevage utilisée, il a été possible de conserver vivants 90% des individus entrés en élevage pendant une période de 5 mois, soit du début juillet au début de décembre. Les résultats surpassent ceux de tous les autres essais de mise en captivité prolongée de homards de taille commerciale (McLeese et Wilder 1964; McLeese 1972 a et b; McBurney et Wilder 1973; Bishop et Castell 1978).

La mortalité représente environ 50% des pertes totales et survient principalement au début de l'élevage. Il apparaît alors que la majorité des pertes par la mortalité n'est pas imputable au système de conservation. La traitement que subissent les homards avant leur mise en élevage serait en majeure partie responsable de la mortalité. Les individus blessés peuvent être atteints de la gaffkémie quelle que soit la gravité de leurs blessures (Stewart, Dockrill et Cornick 1968; Stewart et Rabin 1970). Comme certains des spécimens sélectionnés avaient de légères blessures cicatrisées, il fut introduit dans l'élevage des candidats susceptibles de mourir de cette maladie. Il est probable que la mortalité observée au début de l'élevage soit reliée au taux d'infection par Aerococus viridans des homards gardés dans les boîtes de bois des producteurs. Pour éliminer la mortalité causée par la gaffkémie au début de l'élevage, il semble souhaitable de ne retenir que des homards sans blessure. Toutefois,

lors de la sélection d'un grand nombre d'individus, il peut être difficile de détecter toutes les petites blessures. On doit donc s'attendre à un certain pourcentage de mortalité imputable à la gaffkémie après la mise en élevage. Au chapitre suivant, il y aura lieu de recommander les procédures à suivre pour augmenter les chances de survie des homards.

Le panier et la méthode d'élevage dans son ensemble seraient responsables d'une faible proportion (25%) de la mortalité, soit une perte de 1% de l'ensemble de homards en élevage. Ainsi, après la période de mortalité intense du début, le pourcentage de morts retirés de l'élevage à chaque jour peut être évalué à 0,007%. Cette mortalité est vraisemblablement causée par les blessures acquises au cours de l'élevage. Ces dernières provoqueraient une perte de sang trop importante ou serviraient de voie d'accès à la bactérie responsable de la gaffkémie.

La survie dans les paniers disposés en cage fut comparée à ceux mis en suspension. Aucune différence importante n'a été détectée sur le plan de la mortalité en dehors de la période plus intense du début. Pour ce même laps de temps, une différence dans le taux journalier de mortalité des mués et des non-mués fut observée.

Les pertes causées par le mauvais fonctionnement du système d'élevage et le vol s'élèvent à 6% et sont aussi importantes que celles causées par la mortalité. Néanmoins, cela constitue une réduction de 8% par rapport aux pertes observées avec la méthode d'élevage de 1982 (Gagnon et al., 1984).

L'analyse de l'état des homards montre qu'ils se blessent et acquièrent en moyenne 0,7 blessure par individu. Les parties les plus vulnérables sont les appendices et l'abdomen. Les observations et les analyses faites pour identifier les facteurs responsables de la majorité des blessures acquises dans l'élevage ne permettent pas de conclure sur leur origine. Toutefois, les pertes de pinces seraient largement attribuables à la manipulation du homard durant la période de mise en élevage.

Les résultats montrent clairement l'existence de deux périodes de mue de même importance. L'intensité maximale de mue se situe au milieu de juillet pour la première période et à la fin de septembre pour la seconde, soit deux mois plus tard. Les résultats obtenus en 1982 par Gagnon et al., montrèrent également l'existence de deux périodes de mue dont les variations d'intensité se situaient sensiblement au même moment. Il semble donc que ce phénomène de mue en deux périodes soit régulier. Pour la population de homards habitant les lagunes des Iles-de-la-Madeleine, on a également mis en évidence deux périodes de mue. Par contre, la période automnale constitue une seconde mue des homards pour la même année. En outre, il a été estimé que 40% à 70% des mâles dont la taille varie entre 76 et 83 mm muent deux fois dans une année (Munro et Therriault, 1983). Dans la présente étude, aucun individu n'a mué à deux reprises et il est peu probable que les homards qui n'ont pas mué dans la première période d'exuviation l'aient déjà fait avant leur mise en élevage. Les homards sélectionnés provenaient de la côte et la sélection a eu lieu au début juillet, moment où débute la mue dans ce milieu (Templeman, 1936). De plus, les individus sélectionnés avaient tous une carapace dure, ce qui indique qu'ils n'avaient pas mué avant leur mise en élevage.

L'incidence de mue observée est de 74% et ce pour des mâles dont la taille initiale variait entre 76 et 83 mm. Ce pourcentage de mue ne peut être comparé à celui de la population côtière parce qu'aucune information n'est disponible. Par ailleurs, Gagnon et al., ont évalué à 77,5% le nombre de mâles mués ayant survécu jusqu'à la fin de l'expérience d'élevage commerciale de 1982. Le même pourcentage fut observé en 1983, soit 77%. Considérant les conditions défavorables qui ont entouré l'élevage en 1982, il semble que l'incidence de mue au cours d'une saison est largement indépendante de la méthode d'élevage.

L'accroissement moyen en longueur et en poids à la mue est respectivement de 11,1% et 38,6%. Gagnon et al., (1984) ont soumis des homards à diverses mâles, de même taille. Par ailleurs, McLeese (1972 a et b) a obtenu, pour une même surface par homard, des accroissements de 8,5% en longueur et de 29,0% en poids dans des bassins communautaires. Avec la présente méthode d'élevage, il a donc été possible d'améliorer les conditions de croissance du homard en captivité. De plus, l'accroissement en longueur (12,0%) des homards sans blessure muant durant la première période de mue se rapproche des valeurs observées dans les lagunes (14,5%) et sur la côte (14,3%) des Iles-de-la-Madeleine (Dubé et Fréchette, 1980; Munro et Therriault, 1983).

On a constaté que la croissance à la mue est plus élevée à la première période de mue qu'à la seconde. Les résultats nous permettent de conclure qu'une augmentation de la période de captivité avant la mue diminue le gain en longueur et en poids à la mue. D'autres auteurs ont également observé ce phé-

nomène en gardant du homard en captivité (Templeman, 1936; Corrivault et Tremblay , 1948).

En plus de la durée de captivité avant la mue, cette étude a permis de mettre en évidence que les blessures réduisent en moyenne de 0,9% l'accroissement en longueur et de 2,1% le gain de poids, à la mue. Cette influence négative des blessures sur la croissance du homard et d'autres crustacés a également été observée par Emmel (1906), Adelung (1971) et Kuris et Mager (1975). Cette réduction de croissance s'explique par la répartition de l'énergie dépensée entre le processus de mue et la cicatrisation des blessures ou la regénération des membres (Stock et O'Farrell, 1974).

Les homards sans blessure présentent un gain en longueur de 11,4% et un gain en poids de 39,6%. Ces valeurs correspondent à la croissance maximale que l'on peut obtenir à la mue en éliminant les blessures avant et pendant l'élevage et en conservant toutes les autres conditions d'élevage de la période utilisée.

Les pertes de pinces diminuent le gain de poids net à la mue d'environ 1%. Le nombre de pinces perdues est de 17 sur 673 individus, soit un pourcentage de 1,3% de pinces perdues. Gagnon et al., (1984) avaient observé 25 pinces perdues sur 438 individus ce qui constituait une perte de 2,9% des pinces alors que des pertes de 4 à 14% à cet égard ont été notées dans des bassins d'élevage communautaire (McBurney et Wilder, 1973; McLeese, 1972 a et b). Notre méthode d'élevage a donc favorisé la diminution des pertes de pinces.

Les rendements obtenus avec le système en suspension surpassent donc, à bien des niveaux, les rendements obtenus avec tous les autres systèmes d'élevage connus. Parallèlement à cette étude, une expérience a été menée sur l'alimentation et la croissance du homard gardé dans le système en suspension. Les résultats feront l'objet d'une autre publication.

RECOMMANDATIONS

A la suite des résultats prometteurs obtenus avec le système expérimental d'élevage en suspension, il convient de recommander l'essai de cette méthode d'élevage a une plus grande échelle. Les changements suivants doivent être proposés:

a) pour augmenter la capacité de conservation et diminuer les pertes autres que la mortalité:

- concevoir et réaliser une nouvelle structure flottante pour recevoir un plus grand nombre de paniers d'élevage et répondre aux exigences spécifiques de l'élevage en suspension,

- améliorer le système de manutention des colonnes,

- modifier le système d'attache des paniers pour le rendre plus sûr,

- changer la méthode d'accrochage des paniers sur le cable de retenue afin de faciliter les opérations,

- faire l'essai d'un prototype de panier facilitant les opérations de nourrissage et d'entretien,

b) pour augmenter la production:

- diminuer les blessures chez les sujets d'élevage. On peut améliorer la qualité des sujets en sélectionnant les homards dès l'arrivée des bateaux de pêche qui, de leur côté, devraient être munis d'un vivier. De plus, la pose des élastiques doit se faire le plus tôt possible après que le homard soit sorti des casiers de pêche,

- faire l'essai d'un prototype de panier minimisant les blessures et optimisant la croissance,

- sélectionner des homards en voie de muer dans les régions où la mue est plus hâtive,

- entraîner le personnel chargé de la sélection, du nourrissage et de l'entretien des homards,

- retirer les homards faibles et ceux qui sont gravement blessés afin de réduire les pertes imputables à la mortalité,

- retirer tous les blessés entre le début de la mise en captivité et la fin de la période de sélection afin que ceux-ci soient remplacés.

Au niveau de la recherche sur l'élevage du homard de taille commerciale, il faudrait:

- déterminer l'influence de la date de mise en élevage sur la croissance des individus,

- poursuivre les recherches sur la nécessité d'immobiliser les pinces avant et après la mue; la pose des élastiques retarde les opérations de nourrissage et augmente la durée d'émersion des homards à ce moment,

- entreprendre des recherches sur l'ablation du pédoncule oculaire. Cette technique a produit des augmentations de poids de 72% $\pm$9,2% dans un élevage intensif en circuit ouvert (Bishop et Castell, 1978). Il serait important de déterminer à quel moment cette opération doit être pratiquée et quels seraient les résultats de survie et de croissance dans un système d'élevage semi-intensif en suspension.

BIBLIOGRAPHIE

Adelung, D. 1971. Studies on the molting physiology of decapod crustaceans as exemplified by shore (Carcinus maenas). Elgol. Wiss. Neeresunters 22:66-119. Tr. Fish. Res. Bd. Canada (transl. res. 1877).

Bishop, F.J. and J.D. Castrell. 1978. Commercial lobster culture feasibility study, Clark's Harbour, Nova Scotia. August 1978, Fisheries and Marine Service, Ind. Rep. 102, 18 p.

Corriveault, G.W. et J.L. Tremblay. 1948. Contribution à la biologie du homard (Homarus americanus Milne-Edwards) dans la Baie-des-Chaleurs et le golfe du Saint-Laurent. Contrib. Stat. Biol. St. Laurent 19:222 p.

Dubé, P. et J. Fréchette. 1980. Résultats préliminaires des recaptures de homards aux Iles-de-la-Madeleine en 1980. CAFSAC, Working Paper 1980:18p.

Emmel, V.E. 1906. The Relation of regeneration to molting process of the lobster. R.I. Comm. Inland Fish., Annu. Resp. 36:258-313.

Gagnon, M., P. Fradette et P. Béland. 1984. Suivi d'une expérience d'élevage de homards (Homarus americanus) de taille commerciale en milieu lagunaire aux Iles-de-la-Madeleine. Rapp. Tech. Can. Sci. Hal. Aquat. (sous presse).

Kuris, A.M. et M. Mager. 1975. Effect of limb regeneration on size increase at molt on the Shore Crabs (Hemigrapsus oregonensis and Pachigrapsus crassipes). J. Exp. Zool. 193:353-359.

McBurney, D.R. and D.G. Wilder. 1973. Survival and condition of lobsters in a tide pond related to feeding, cover and stock density. Fish. Res. Bd. Canada, Tech. Rep. 377, 59p.

McLeese, D. W. 1972a. Initial experiments on growth of the american lobster in captivity. Fish Res. Bd. Canada, Tech. Rep. 320, 22p.

McLeese, D.W. 1972b. Effects of several factors on the growth of the American lobster (Homarus americanus) in captivity. J. Fish. Res. Board Can. 29:1725-1730.

McLeese, D.W. and D.G. Wilder. 1964. Lobster storage and shipment. Fish. Res. Board Can. Bull. 147:69p.

Munro, J. et J.C. Therriault. 1983. Migrations saisonnières du homard (Homarus americanus) entre la côte et les lagunes des Iles-de-la-Madeleine. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 905-918.

Stewart, J.E., A. Dockrill ant J. W. Cornick. 1969. Effectivness of the integument and gastric fluid as barriers against transmission of Gaffkya homari to the lobster Homarus americanus.

Stewart, J.E. and H. Rabin. 1970. Gaffkemia, a bacterial disease of lobsters (Genus Homarus). In A Symposium of diseases of fishes and Shellfishes (S.F. Snieko, ed.) Spec. Publ. No. 5: 431-439pp. Ann. Fish. Soc., Washington, D.C.

Stock, A., and O'Farrell, A.F. 1954. Regeneration and the molting cycle both in Blatella germanica L. II. Simultaneous regeneration of both metathoracic legs. Aust. J. Biol. Sci. 7:302-307.

Templeman, W. 1936. Local differences in the life history of the lobster (Homarus americanus) on the coast of the Maritime Provinces of Canada. J. Fish. Res. Bd. Canada. 2:41-88.

ANNEXE 1

Autopsie partielle sur les cadavres dont l'état de décomposition n'était pas trop avancé

Annexe 1. Autopsie partielle sur les cadavres dont l'état de décomposition n'était pas trop avancé. Non-mué en élevage (nm); non observé (?); présence de tétrade sur frottis sanguin et autres test bactériologiques confirmant la présence de Aerococus viridans (***); absence de tétrade sur frottis sanguin mais l'infection est confirmée par le résultat des cultures bactériennes (*); tests bactériologiques négatifs, absence de tétrade caractéritique de A. viridans (-).

Date de constatation du décès	Date de mue	Type de blessure	Partie blessée	Infesté par A. viridans	Observations
6 juil.	(nm)	perforation non cicatrisée	pince	(?)	nil
6 juil.	(nm)	perforation non cicatrisée	pince	(?)	nil
6 juil.	(nm)	amputation non cicatrisée	patte marcheuse	(-)	nil
6 juil.	(nm)	écrasement de la carapace	abdomen	(?)	nil
6 juil.	(nm)	amputation cicatrisée	patte marcheuse	(?)	nil
6 juil.	(nm)	perforation écrasement	pince uropode	(***)	nil
6 juil.	(nm)	écrasement amputation cicatrisée	uropode patte marcheuse	(?)	nil
6 juil.	(nm)	aucune	aucune	(?)	nil
22 juil.	(nm)	perforation de 0,5 cm amputation	dactylopodite de la pince tranchante antenne	(***)	nil
22 juil.	(nm)	perforation amputation	pince tranchante 2 antennes	(***)	nil

Date de constatation du décès	Date de mue	Type de blessure	Partie blessée	Infesté par A. viridans	Observations
22 juil.	(nm)	amputation à demi cicatrisée	telson	(***)	nil
		amputation cicatrisée	uropode		
		amputation	2 antennes		
22 juil.	(nm)	perforation de 1 cm	carpopodite de la pince boyeuse	(***)	nil
		amputation	2 antennes		
22 juil.	(nm)	amputation	1 antenne	(***)	tétrade
4 août	9 juil.	amputation non cicatrisée	pinces tranchante et boyeuse	(*)	blessé après la mue
		amputation cicatrisée	5 pattes marcheuses		
		amputation	antenne		
5 août	(nm)	amputation non cicatrisée	3 pattes marcheuses	(-)	nil
		perforation cicatrisée	pince tranchante		
13 août	(nm)	amputation	1 antenne	(-)	morceau de bois dans l'estomac
7 sept.	21 juil.	perforation	pince boyeuse	(-)	nil
		amputation cicatrisée	1 antenne		
3 oct.	18 juil.	perforation cicatrisée	carpopodite de la pince boyeuse	(-)	morceau de plastique dans l'estomac
		gonflement anomalie des tissus	coeur hépatopancréas		

Date de constatation du décès	Date de mue	Type de blessure	Partie blessée	Infesté par A. viridans	Observations
5 oct.	(nm)	amputation	pince tranchante et 1 antenne	(?)	nil
8 oct.	5 oct.	perforation amputation	abdomen telson et 1 antenne	(?)	fil métallique dans l'estomac
14 oct.	16 juil.	anomalie des tissus	hépatopancréas	(*)	moules fixées aux branchies devenues noires
28 oct.	?	anomalie des tissus	hépatopancréas et estomac	(-)	nil
29 oct.	(nm)	amputation	1 antenne	(?)	morceau de plastique vert dans l'estomac vide de nourriture